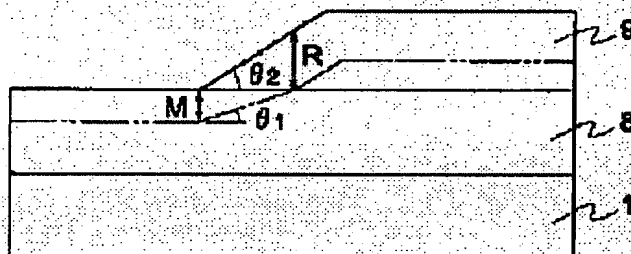


## AL TAPER DRY ETCHING METHOD

**Patent number:** JP9279367  
**Publication date:** 1997-10-28  
**Inventor:** OODOI YUUZOU  
**Applicant:** MITSUBISHI ELECTRIC CORP  
**Classification:**  
- **international:** C23F1/00; C23F4/00; G02F1/1343;  
G03F7/40; H01L21/3065  
- **europaean:**  
**Application number:** JP19960095094 19960417  
**Priority number(s):** JP19960095094 19960417

### Abstract of JP9279367

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an Al taper dry etching method for Al used as a wiring material of a thin-film device, such as liquid crystal display. **SOLUTION:** This Al taper dry etching method is based on a resist recessing method for obtaining a small Al taper angle consisting of a stage for forming resist patterns 9 having the small resist taper angle corresponding to the desired small Al taper angle on an Al or Al alloy film 8 and a stage for subjecting the Al or Al alloy film having the resist patterns to anisotropic dry etching.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

M-1321

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-279367

(43) 公開日 平成9年(1997)10月28日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 3 F 1/00	1 0 2		C 2 3 F 1/00	1 0 2
4/00			4/00	C
				E
G 0 2 F 1/1343			G 0 2 F 1/1343	
G 0 3 F 7/40	5 2 1		G 0 3 F 7/40	5 2 1

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平8-95094

(22) 出願日 平成8年(1996)4月17日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 大土井 雄三

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

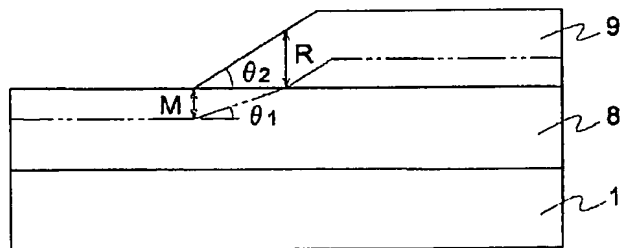
(74) 代理人 弁理士 朝日奈 宗太 (外2名)

(54) 【発明の名称】 A I テーパードライエッチング方法

(57) 【要約】

【課題】 液晶ディスプレイなどの薄膜デバイスの配線材料として使用されているA I のA I テーパードライエッチング方法を提供すること。

【解決手段】 所望の小さいA I テーパー角に対応した小さいレジストテーパー角を有するレジストパターンをA I またはA I 合金膜上に形成する工程および該レジストパターンを有するA I またはA I 合金膜に異方性ドライエッチングを行なう工程からなる、小さいA I テーパー角をうるためのレジスト後退法にもとづくA I テーパードライエッチング方法。



1 基板

8 A I

9 レジスト

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所望の小さい A I テーパ角に対応した小さいレジストテーパ角を有するレジストパターンを A I または A I 合金膜上に形成する工程および該レジストパターンを有する A I または A I 合金膜に異方性ドライエッチングを行なう工程からなる、小さい A I テーパ角をうるためのレジスト後退法にもとづく A I テーパドライエッチング方法。

【請求項 2】 A I テーパ角が  $60^\circ$  以下である請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】 レジストテーパ角が  $80^\circ$  以下である請求項 1 記載の方法。

【請求項 4】 レジストパターン形成工程において、レジスト現像後にレジストプリベーク温度以上の温度でポストベークする請求項 1 記載の A I テーパドライエッチング方法。

【請求項 5】 レジストパターン形成工程において、塗布したレジストの乾燥後の膜厚が  $1.5 \mu\text{m}$  以下である請求項 1 記載の A I テーパドライエッチング方法。

【請求項 6】 レジストパターン形成工程において、露光時の焦点位置が、露光機のレジストパターン線幅に対する焦点範囲からはずれたものである請求項 1 記載の A I テーパドライエッチング方法。

【請求項 7】 レジストパターン形成工程において、露光時の露光量が最適露光量より多いオーバー露光である請求項 1 記載の A I テーパドライエッチング方法。

【請求項 8】 レジストパターン形成工程において、露光機の解像度が形成するレジストパターン線幅より低い請求項 1 記載の A I テーパドライエッチング方法。

【請求項 9】 レジストパターン形成工程において、レジスト感度曲線における  $\gamma$  値が  $1.5$  以下である請求項 1 記載の A I テーパドライエッチング方法。

【請求項 10】 ドライエッチング工程が、基板側に高周波電力を印加する平行平板 R I E 方式イオン性エッチングまたは基板側に高周波電力を印加するプラズマエッチングで行なう請求項 1 記載の A I テーパドライエッチング方法。

【請求項 11】 ドライエッチング工程におけるエッチング時のガス圧力が  $30\text{mTorr}$  以下である請求項 10 記載の A I テーパドライエッチング方法。

【請求項 12】 ドライエッチング工程において、エッチングガスの  $\text{BCl}_3$  濃度が  $80 \sim 100\%$  である請求項 10 記載の A I テーパドライエッチング方法。

【請求項 13】 ドライエッチング工程において、エッチング時の A I のエッチングレートとレジストのエッチングレートとの比が  $1.0$  以下である請求項 10 記載の A I テーパドライエッチング方法。

【請求項 14】 ドライエッチング工程において、エッチングガスに含フッ素化合物のガスを添加する請求項 10 記載の A I テーパドライエッチング方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、LSI および液晶ディスプレイなどの薄膜素子の配線材料に使用されているアルミニウム (A I) または A I 合金 (以下、合わせて「A I」という) の加工法に関する。本発明は、とくに、薄膜トランジスタ (T F T) に代表されるアクティブマトリックス方式の液晶ディスプレイの A I ゲート配線および他の A I 配線のテーパドライエッチング方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、液晶ディスプレイでは、パターンの最小線幅が  $1 \mu\text{m}$  以下の L S I とは異なり、通常  $2 \sim 10 \mu\text{m}$  以上と広い。ゲート配線には、加工のしやすさ、および耐薬品性などから、Cr、Ta、Mo、W またはこれらの合金が一般的に用いられている。しかし、大画面化および高精細化などに伴い、ゲート配線の電気抵抗の増大による信号遅延が問題になってきている。また、少しでもゲート線幅を小さくしてパネルの開口率を大きくするために、電気抵抗の低い A I ゲート電極が望まれるようになった。

【0003】また、A I の加工は、硝酸、リン酸もしくは酢酸系のウエットエッチング、または C I 系ガスを用いたドライエッチングで行なうことができる。現在、液晶ディスプレイにおいて A I を使用するばあいには主としてウエットエッチングが使用されているが、配線の微細化、再現性確保、廃棄物の削減およびコストの低減を考えたばあい、L S I と同様に A I の加工はウエットエッチングからドライエッチングに向かうものと考えられる。

【0004】図 8 はフラットパネル・ディスプレイ' 91 (日経 B P 社刊行) の 88~99 頁に記載されている液晶ディスプレイの T F T 断面図である。図において、1 はガラスまたは石英などからなる基板、2 は A I、Cr、Ta、Mo または W などからなるゲート配線、3 は  $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{SiO}_2$  または  $\text{Al}_2\text{O}_3$  などからなるゲート絶縁膜、4 は a-Si または poly-Si などからなるチャネル、5 は P または B などの不純物が注入された a-Si または poly-Si などからなるソースドレイン、6 は A I、Cr、Ta、Mo または W などからなるソースドレイン電極、7 は  $\text{Si}_3\text{N}_4$  または  $\text{SiO}_2$  などからなる保護膜である。この構造は、チャネルエッチ型ボトムゲート構造といわれている。

【0005】T F T は図 8 に示したようなボトムゲート構造が一般的であり、ゲート絶縁膜およびチャネルなどをゲート配線上に形成する必要がある。ゲート配線上に形成する膜の被覆性、ゲート絶縁膜の耐圧および T F T 特性などを考慮したばあい、少なくとも  $60^\circ$  以下、好ましくは  $40^\circ$  以下の小さいテーパ角  $\theta$  が望ましいことが多くの実験から明らかになった。しかし、L S I 技術

で使用されているA Iドライエッチング技術は $1\mu\text{m}$ 以下の微細化が主目的であるため、テーパ化とは逆の垂直化を目指したものとなっており、通常、テーパ角 $\theta$ は $70\sim 90^\circ$ である。

【0006】A Iテーパドライエッチング技術としては、たとえば、特開昭64-15933号公報に、垂直エッチングおよびテーパ化のためのオーバーエッチングの2つのエッチング工程を用いる方法が記載されている。しかし、オーバーエッチングを行なうことで、露出した $\text{SiO}_2$ または $\text{Si}_3\text{N}_4$ などからなる下地（基板）までもがエッチングされるという問題があった。

【0007】また、テーパドライエッチング方法としては、たとえば、エッチングされる加工膜の側壁面に積極的に堆積物（デポ）を形成して横方向のエッチングを制御する側壁形成法があり、レジストに酸素などを添加することでレジストマスクのエッチングを促進するレジスト後退法がある。

【0008】しかし、前記側壁形成法には堆積物でテーパ部表面が荒れやすく、発塵が多くなるという欠点があるため好ましくない。また、前記の従来のレジスト後退法ではA Iエッチングの際にレジスト中の酸素が発塵の原因となるという欠点があり、改良の余地があった。

【0009】さらに等方エッチング法では、エッチング残渣が出やすいという問題があった。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、前記問題点に鑑み、液晶ディスプレイのA Iゲート配線のA Iテーパ角を小さくすることのできる、レジスト後退法にもとづくA Iテーパドライエッチング技術を提供することにある。また、本発明の目的は、下地のエッチング問題などがほとんどなく、できるだけ簡単なドライエッチング工程でA Iテーパ化を実現できる条件を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】小さいA Iテーパ角をうるためのA Iテーパドライエッチング方法として、レジスト後退法にもとづくことが有効であることがわかった。

【0012】本発明のレジスト後退法は、レジストに酸素添加を行なわずに小さいレジストテーパ角を形成して、異方性ドライエッチングで小さいA Iテーパ角をうることを特徴とする。

【0013】本発明にかかわるA Iテーパドライエッチング方法は以下のものである。

【0014】所望する小さいA Iテーパ角に対応した小さいレジストテーパ角を有するレジストパターンを形成する工程およびイオン性異方性ドライエッチング工程からなる、小さいA Iテーパ角をうるための、レジスト後退法にもとづくA Iテーパドライエッチング方法。

【0015】レジストパターン形成工程において、レジ

スト現像後にレジストプリベーク温度以上でポストベークするとよい。

【0016】レジストパターン形成工程におけるレジスト塗布膜厚は $1.5\mu\text{m}$ 以下であるのがよい。

【0017】レジストパターン形成工程において、露光時の焦点位置が、露光機の線幅に対する焦点範囲からはずれたものであるのが好ましい。

【0018】レジストパターン形成工程において、露光時の露光量が最適露光量より多いオーバー露光であることが好ましい。

【0019】レジストパターン形成工程における、露光機の解像度は、形成するレジストパターン線幅よりも大きいものであるのがよい。

【0020】レジストパターン形成工程において、レジスト感度曲線における $\gamma$ 値は1.5以下であるとよい。

【0021】ドライエッチングとしては、基板側に高周波電力を印加する平行平板RIE方式のイオン性エッチングまたは基板側に高周波電力を印加するその他のプラズマエッチングが考えられる。

【0022】ドライエッチング工程におけるガス圧力は、 $30\text{mTorr}$ 以下であるのがよい。

【0023】ドライエッチング工程におけるガスの主反応ガスが $\text{BCl}_3$ であり、 $\text{BCl}_3$ 濃度が $80\sim 100\%$ であるのがよい。

【0024】ドライエッチング工程におけるA Iとレジストとのエッチングレートの比が1.0以下で、レジストのエッチングレートが速いほうがよい。

【0025】ドライエッチング工程におけるガスには、フッ素系ガスが添加されるのが好ましい。

【0026】

【発明の実施の形態】本発明は、小さいレジストテーパ角を有するレジストパターンを形成する工程および異方性ドライエッチングを行なう工程からなり、小さいA Iテーパ角をうるための、レジスト後退法にもとづくA Iテーパドライエッチング方法に関する。

【0027】本発明において、A Iテーパ角とは図1に示すように、A Iゲート配線のテーパ部（傾斜部）と基板面がなす角 $\theta_1$ をいい、レジストテーパ角とはレジストのテーパ部とA I加工膜の上面がなす角 $\theta_2$ をいう（ただし、1は基板、8はA I、9はレジストである）。

【0028】レジストテーパ角を小さくする方法としてはつぎのような種々の方法がある。

【0029】（1）レジスト形成時

アスペクト比（レジストの膜厚／レジストの線幅）を小さくする方法。これはポストベーク時にレジストが体積収縮する際、レジストが横方向に引っ張られやすいという理由によりレジストテーパ角を小さくすることができる。

【0030】（2）露光時

(a) 焦点位置をレジストの線幅に対する焦点範囲からはずれたものとする方法。ここで、焦点範囲とは、ほぼ垂直なレジストパターンを形成できる範囲をいい、この範囲からはずれると、レジストは必然的にテーパ化されることになる。

【0031】(b) 露光量が最適露光量より多いオーバー露光とする方法。これは、光回折により、本来露光されない部分のレジストが一部露光されて、現像液に溶解するという理由によりレジストテーパ角を小さくすることができる。なお、最適露光量とは、レチクル（マスク）寸法とレジスト寸法が一致するばあいの露光量のことをいう。

【0032】(c) 露光機の解像度をレジストパターンの線幅よりも低くする方法。解像度を垂直なレジストパターンを形成できる解像度よりも低くする（解像できる線幅よりもレジストパターンの線幅を小さくする）と、形成されるレジストにテーパが生ずる。

【0033】(3) 現像時  
レジストの溶解度を大きくする方法。このばあい現像液の温度、濃度などを調節することにより達成できる。

【0034】(4) ポストベーク時  
露光前のレジスト乾燥（溶剤揮発）工程におけるプリベーク温度以上の温度でポストベークを行なうことにより、レジストの体積収縮を起こさせる方法。これは、プリベーク時に充分揮発できなかったレジスト中の揮発成分を除去することによりレジストの体積を収縮させ、その結果レジストテーパ角を小さくすることができるものである。とくに、レジストの軟化点以上の温度でポストベークを行なうと、レジスト自体を軟化させて流動させることによりレジストテーパ角を小さくすることができるので有利である。

【0035】前記方法はそれぞれ単独で、または適宜組み合わせ用いてもよい。

【0036】また、前記方法を行なう条件については以下の実施例において述べるが、とくに、本発明において所望する小さいA1テーパ角をうるためには、 $60^\circ$ 以下のA1テーパ角に対して $80^\circ$ 以下のレジストテーパ角、ボトムゲート構造のTFT特性、ゲート配線上に形成する膜の被覆性およびゲート絶縁膜の耐圧を向上させるという理由から $40^\circ$ 以下のA1テーパ角に対して $70^\circ$ 以下のレジストテーパ角であるのが好ましい。

【0037】なお、本発明においてレジスト後退法を行なうためには、小さいA1テーパ角ほどエッチング前に、それに対応した小さいレジストテーパ角を形成する必要がある。

【0038】テーパ角の小さいレジストパターンに対して異方性エッチングを行なうと、レジスト自体もエッチングされるために、該レジストの下層に存在するA1層も該レジストのテーパ角に対応したテーパ角を有することになる。すなわち、加工膜であるA1にレジストテー

パ角に対応した角度を転写することができるのである。

【0039】なお、等方性エッチングを行なうと、レジストの形状およびテーパ角などに関係なくA1がエッチングされるため、小さいA1テーパ角を実現することは困難である。

【0040】異方性ドライエッチングとしては、プラズマ化されたイオンを用いる異方性ドライエッチングが好ましく、さらにイオンを基板側へ入射するという点から基板に高周波電力を印加して行なう平行平板RIE方式のイオン性異方性エッチングが好ましい。たとえば、ECR、ヘリカル、ヘリコン、ICPまたはSWP方式などの当業者に公知の高密度プラズマ方式異方性ドライエッチングを行なってもよい。

【0041】本発明による小さいA1テーパ角をうるためのイオン性異方性ドライエッチングの方法には、つぎのようなものがある。

【0042】(1) エッチング時のガス圧を低くする方法。これは、ガス圧が低いほどイオン同士の衝突確率が低くなり、イオンの平均自由行程が長くなってエッチングの異方性が増すという理由により、A1テーパ角を小さくすることができるものである。

【0043】(2) エッチング時のガス組成をBC13およびC12を含むものにする方法。これは、A1をエッチングすることができるC12系ガスとしてLSI技術において実績があるという理由による。このばあい、異方性ドライエッチングを強めるという理由から、BC13の濃度が80~100%であるのが好ましい。

【0044】(3) A1エッチングレート／レジストエッチングレートの比（A1／レジスト選択比）を小さくする方法。図1において、 $\theta_1$ をA1テーパ角、 $\theta_2$ をエッチング前のレジストテーパ角、MをA1のエッチングレートおよびRをレジストのエッチングレートとしたばあい、 $M/R$ がA1／レジスト選択比であり、 $\tan \theta_1 = M/R \times \tan \theta_2$ という関係式が成り立つ。したがって、A1テーパ角が前記の比に比例するという理由により、A1テーパ角を小さくすることができるのである。

【0045】前記方法は、それぞれ単独で、または適宜組み合わせ用いてもよい。

【0046】なお、前記方法を行なう条件については、以下の実施例において述べる。

【0047】

【実施例】

【実施例1】本発明を以下の実施例により説明するが、本発明はこれらにのみ限定されるものではない。

【0048】本発明は、所望のA1テーパ角に対応した小さいレジストテーパ角を有するレジストパターン（マスク）を形成する工程条件と、イオン性の異方性ドライエッチングを行なう工程条件の2条件を与えることが必要である。はじめに、レジストパターン形成条件につい

て述べる。

【0049】図2は本発明にかかわるレジストテーパ角のポストベーク温度依存性を示した図である。図より、現像後にポストベークを行なうことにより、ポストベーク温度が高いほどレジストテーパ角が小さくなることがわかる。これは、プリベーク温度以上の温度でポストベークすることで、プリベークでは揮発できなかったレジスト中に残留する有機溶媒が揮発してレジストが体積収縮を起こし、さらにレジスト軟化点以上の高温ではレジスト自体が軟化してだれる（流動する）ことでレジストのテーパ化（球状化と呼ばれるばあいもある）がなされているものである。ポストベークの温度はレジストパターンの精度が劣らない程度にレジストのテーパ角を小さくできる温度であればよく、レジストの軟化点（たとえば140～150℃）に依存するが、レジスト軟化点以上の温度がレジストのテーパ化に有利である。

【0050】つぎに、この小さいテーパ角のレジストパターンを使用してA1をイオン性異方性ドライエッチング工程を行なうことで小さいA1テーパ角がえられる。

【0051】レジストおよびA1の膜厚をそれぞれ1.5μmおよび0.25μmとし、レジストの線幅が5、10および50μm（それぞれ実験番号1-1、1-2および1-3）のものについて実験した。

【0052】このときのドライエッチング条件は、平行平板式のRIE装置で、ガス圧30mTorr、ガス組成BC13/C12=40/10sccm、電力密度1.4W/cm<sup>2</sup>である。図2に示すように、それぞれ実験番号1-1～3におけるポストベーク温度180℃のレジストパターンを用いたばあい、線幅5、10または50μmのA1膜のA1テーパ角として30～60°がえられた（実験番号1-4～6）。

【0053】図2より気づく点として、線幅によってポストベーク後のレジストテーパ角に大きな差があり、線幅が広い方が小さいレジストテーパ角がえられていることから好ましくは10μm以上であるのがよい。この理由としては、レジスト膜厚と線幅のアスペクト比が小さい方が、レジスト体積収縮時にパターン端が横方向に引っ張られ易く、テーパ化され易いからである。

【0054】また、ポストベーク時の体積収縮でレジスト膜厚と線幅のアスペクト比がレジストテーパ角に関係するのであれば、レジストテーパ角はポストベーク温度以外にレジスト膜厚にも関係すると考えられる。アスペクト比が小さい方がテーパ化され易いとなれば、同じ線幅であれば、レジスト膜厚が薄い方が小さいテーパ角になる。

【0055】図3は本発明にかかわるポストベーク後のA1テーパ角のレジスト塗布膜厚依存性を示したグラフである。なるべく小さいレジストテーパ角をうるため、ポストベーク温度は180℃のものを示す。A1膜厚を0.25μmとし、レジストの線幅を5、10または5

0μmとした（実験番号1-7～9）。どのレジスト塗布膜厚および線幅でも60°以下のテーパ角がえられている。前記のように、レジスト膜厚が薄い方が小さいレジストテーパ角がえられた。とくに、レジスト塗布膜厚を1.5μm以下、好ましくは0.5～1.0μmにした方がA1テーパ化により効果的である。

【0056】なお、現像後のレジストのポストベークによって、体積収縮を利用したレジストテーパ化を促進する方法では、前記理由により線幅依存性が大きい。また、小さい線幅ではテーパ化されにくい。したがって、ポストベークによらずに現像直後にレジストテーパ化を行なう方法が好ましい。

【0057】小さいレジストテーパ角をうるその他の方法としては、以下のものが考えられる。露光時の焦点位置が、露光機のその線幅に対する焦点範囲からはずれたものにすれば、焦点がぼけて垂直のパターンが形成できないことになるので、結果として現像直後でもレジストのテーパ化がなされる。なお、焦点深度は波長/（レンズ開口率）<sup>2</sup>に比例する。

【0058】また、露光時の露光量が最適露光量より数十～数百%多いオーバー露光であっても、光回折により本来は露光されない部分も多少露光されて現像液に溶解するので、現像直後でもレジストのテーパ化がなされる。なお、オーバー露光はレジストパターンの線幅が細くなるので、この細り分を見込んだマスク（レチクル）を設計する必要がある。

【0059】また、レジストパターンの線幅が露光機の解像度より狭いばあいには、垂直のパターンが形成できないことになるので、現像直後でもレジストのテーパ化がなされる。なお、通常、解像度とはほぼ垂直なパターンが形成できる最小線幅と定義されるので、ゲート配線のような孤立パターンでは解像度以下の線幅が形成できないわけではない。線幅が決まっているばあい、露光機の解像度を落とすには、解像度は波長/レンズ開口率NAに比例するので、レンズ開口率NAをたとえば0.1程度とする（NAは本来は大きい方がよいので、必要最小限にとどめる）。または、露光波長を液晶ディスプレイ製造で使用されている光源のHgランプのgおよびh線より長波長化するとよい。

【0060】図4は露光量とレジスト残膜率との関係（レジスト感度曲線）を概念的に示すグラフである。縦軸のレジスト残膜率とは現像後のレジスト厚/現像前のレジスト厚のことをいう。レジスト感度曲線と横軸の露光量（対数軸）とがなす接線角度θのtanθ値をγ値という。現在、一般的に液晶ディスプレイで使用されているレジスト（たとえばTFR-B（東京応化工業（株）製））のγ値は1.8程度である。この値が大きいほど垂直なレジストパターン形成が容易となる。従来、LSIのように微細化が目的のばあいは、パターン垂直化のためにγ値が2以上になるようにレジスト材料

開発およびプロセス開発がなされている。理想的な（垂直な）レジスト感度曲線を図 4 に A として示す。本発明は A 1 テーパ角  $\theta_1$  を曲線 B、曲線 C と小さくする方法である。テーパ化が目的のばあいには、 $\gamma$  値が 1.5 以下、好ましくは 0.5 ~ 1.5 になるようにレジスト材料の感光基やベース樹脂、プリベーク温度（たとえば 70 ~ 130℃）、プリベーク時間（たとえば 30 秒 ~ 1 時間）、現像液、現像温度および現像時間などの条件を選択すればテーパ化が容易になる。たとえば、レジスト感度のわるいものを使用する、レジストプリベーク温度を最適温度から低くもしくは高くする、プリベーク時間を長くするなどしてレジスト感光基を分解してレジスト感度を低下させる、現像液の濃度を濃く、現像液の温度を通常の温度（たとえば 23℃）から高くもしくは低くしてレジストの未感光部の溶解度を大きくする、および／またはオーバー現像してテーパ化を促進するなどの工夫を、適宜組み合わせることも可能である。

【0061】なお、前記方法は、従来のエッチング工程における最適使用条件ではないため、パターン精度および再現性などを低下させることになり易いので注意が必要である。しかし、液晶ディスプレイのゲート配線のばあいは、通常は線幅が 5  $\mu\text{m}$  以上と広いために LSI などのような精度の必要はなく、また、ゲート配線は孤立パターンとして扱える画素設計のばあいが多いので前記方法を行なうことができるのである。

【0062】【実施例 2】つぎに、イオン性の異方性ドライエッチングにより、A 1 テーパ化を促進させる条件について述べる。異方性エッチングを実現するには、エッチング時のガス圧力が最も重要である。ガス圧力が低いほどイオン同士の衝突確率が低く平均自由行程が長くなるため、異方性エッチングが実現され易い。

【0063】図 5 は A 1 テーパ角のエッチング時のガス圧力依存性を示す図である。5、10 および 50  $\mu\text{m}$  の線幅のレジストについて（実験番号 2-1 ~ 3）、ガス圧を 15、30 および 60 mTorr にして実験を行なった。レジストのポストベーク温度は 180℃、レジスト膜厚は 1.5  $\mu\text{m}$ 、ガス組成は  $\text{BCl}_3/\text{Cl}_2 = 40/10 \text{ sccm}$ 、電力密度は 1.4  $\text{W}/\text{cm}^2$  である。

【0064】図より、ガス圧力が小さいほどテーパ化し易く、とくにどの線幅でもテーパ角を 60° 以下にするには 30 mTorr 以下（好ましくは 15 mTorr 以下）がよいことがわかる。なお、ガス圧力が 60 mTorr と高いばあい、エッチングはイオン性の異方性エッチングからラジカル性の等方性エッチングになるため、A 1 SiCu などのような A 1 合金膜では粒界でテーパ部の形状が荒れたり、基板に Cu などの蒸気圧の低い添加物のエッチング残渣が残るという傾向にあった。

【0065】【実施例 3】また、異方性ドライエッチングを促進するにはガス組成も非常に重要である。

【0066】図 6 は A 1 テーパ角のエッチング時のガス

組成依存性を示す図である。エッチング時のガス圧力は 30 mTorr で、ガス組成以外の他の条件は実施例 2 と同じである（レジスト線幅が 5、10 および 50  $\mu\text{m}$  のものに対する実験をそれぞれ実験番号 3-1、2 および 3 とする）。ガス組成は A 1 をエッチングできる塩素系ガスという理由から  $\text{BCl}_3$  および  $\text{Cl}_2$  が一般的である。このばあい、 $\text{BCl}_3$  濃度が高い方がドライエッチングに堆積性（デポ性）が多少加わり、エッチングされた A 1 側壁面を保護して横方向のエッチングを防ぐ効果を奏し、異方性エッチングが強くなる。他方、 $\text{BCl}_3$  濃度が低いとエッチングされた A 1 側壁面に堆積性がなく、 $\text{Cl}_2$  に触れるだけでも横方向のエッチングが進行するので等方性エッチングになり易い。また、粒界でテーパ部の形状が荒れる問題も生じ易くなる。本実施例では  $\text{BCl}_3$  濃度 60% のばあいの A 1 テーパ角は図では小さく見えるが、実際はテーパ部の形状が荒れて凹凸がひどく（テーパ角が一様でない）、パターンの直線性がないために使用できないものであった。したがって、 $\text{BCl}_3$  濃度は 80 ~ 100% が好ましい。

【0067】また、A 1 の異方性エッチングを促進する堆積性（デポ性）を有するガスとして、 $\text{BCl}_3$  以外に  $\text{SiCl}_4$  でも同様の効果が期待できる。

【0068】【実施例 4】本発明の基本的な考え方はレジスト後退法にもとづくものである。したがって、マスクであるレジストは A 1 エッチング中に同時にエッチングされる。

【0069】図 7 は異方性エッチング時のレジストエッチングレートと A 1 エッチングレートの比（A 1 / レジスト選択比）から計算した A 1 テーパ角のエッチング前のレジストテーパ角依存性を示す図である。A 1 / レジスト選択比が 0.2、0.5、0.8、1.0、1.5 および 2.0 のものをそれぞれ 4-1 ~ 6 とする。エッチング時の A 1 / レジスト選択比が 1 のときは、A 1 テーパ角とエッチング前のレジストテーパ角とが同じになるが、A 1 / レジスト選択比が 1 以下では、A 1 テーパ化が促進される。逆に A 1 / レジスト選択比が 1 以上では A 1 垂直化が促進される。したがって、A 1 / レジスト選択比が 1 以下になるように、レジストのエッチングレートを促進するエッチング条件が A 1 テーパ化に対して好ましい。

【0070】レジストエッチングを促進する方法として、エッチングガス中にレジストをエッチングするが A 1 はエッチングしない  $\text{O}_2$ 、 $\text{CF}_4$ 、 $\text{SF}_6$  などのガスを添加することが考えられる。

【0071】A 1 テーパ角のエッチングガスに  $\text{CF}_4$  を添加したばあいの効果を確認した。ポストベーク温度を 180℃ とし、レジスト膜厚 1.5  $\mu\text{m}$ 、線幅 5、10 および 50  $\mu\text{m}$  のものについて実験した（実験番号 4-7 ~ 9）。ここでは  $\text{CF}_4$  を  $\text{BCl}_3$  および  $\text{Cl}_2$  の反応ガスの全流量に対し約 30% 添加した。結果を表 1 に示

す。

【0072】

【表 1】

表 1

レジスト線幅 ( $\mu\text{m}$ )	$\text{CF}_4$ を添加したばあいの A1テーパ角 (度)	$\text{CF}_4$ を添加しないばあいの A1テーパ角 (度)
5	53	60
10	45	56
15	29	30

【0073】レジストエッチングレートを促進することにより、A1テーパ化がどの線幅でも促進されていることがわかる。一般的なレジスト後退法ではレジストのエッチングレートを促進するために $\text{O}_2$ を添加するが、A1エッチングにおいては、反応ガスの $\text{BCl}_3$ と $\text{O}_2$ が反応してBの酸化物を形成して装置内発塵の原因となり、素子欠陥が増えるため使用できない。したがって、レジストエッチングレートを促進する同様の効果が期待できる $\text{CF}_4$ または $\text{SF}_6$ などの含フッ素のガスを添加することが有効である。

【0074】なお、この実施例のA1テーパドライエッチング法により、A1テーパ角として約 $20^\circ$ という非常に小さいテーパ角のA1SiCu合金ゲートがえられていた。

【0075】

【発明の効果】本発明によれば、レジストテーパ角を小さくする条件、イオン性異方性エッチングの条件およびテーパ化促進条件を与えることにより、小さなテーパ角のレジストパターンがA1に転写され、 $60^\circ$ 以下のA1のテーパ角をうることができる。したがって、A1ゲート配線上に形成する膜の被覆性、ゲート絶縁膜の耐圧およびTFT特性の改善に寄与するという効果を奏す

る。

【図面の簡単な説明】

【図1】 A1テーパ角およびレジストテーパ角の説明図である。

【図2】 本発明の実施例1によるレジストテーパ角のポストバーク温度依存性を示す図である。

【図3】 本発明の実施例1によるA1テーパ角のレジスト塗布膜厚依存性を示す図である。

【図4】 本発明の実施例1のレジスト感度曲線を示す図である。

【図5】 本発明の実施例2によるA1テーパ角のエッチング時のガス圧力依存性を示す図である。

【図6】 本発明の実施例3によるA1テーパ角のエッチング時のガス組成依存性を示す図である。

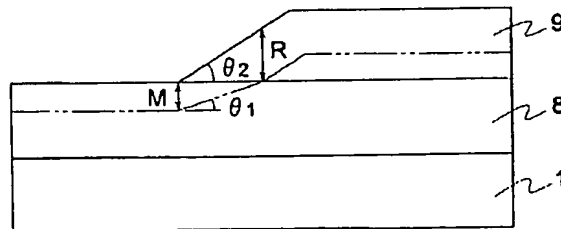
【図7】 本発明の実施例4のA1テーパ角のレジストテーパ角依存性を示す図である。

【図8】 液晶ディスプレイのTFT構造を示す断面図である。

【符号の説明】

1 基板、2 ゲート配線、3 ゲート絶縁膜、4 チャネル、5 ソースドレイン、6 ソースドレイン電極、7 保護膜、8 A1、9 レジスト。

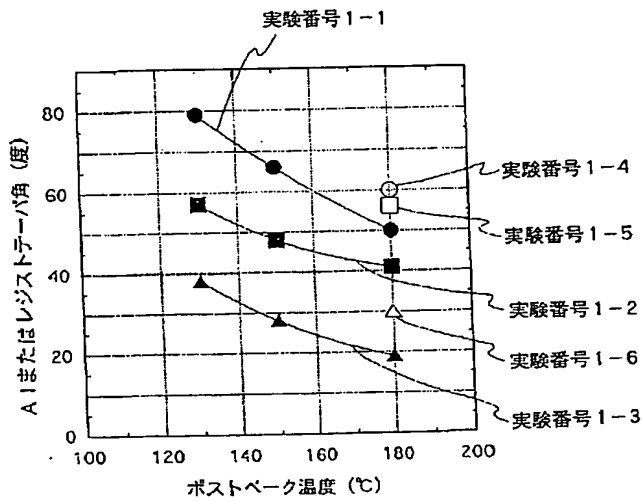
【図1】



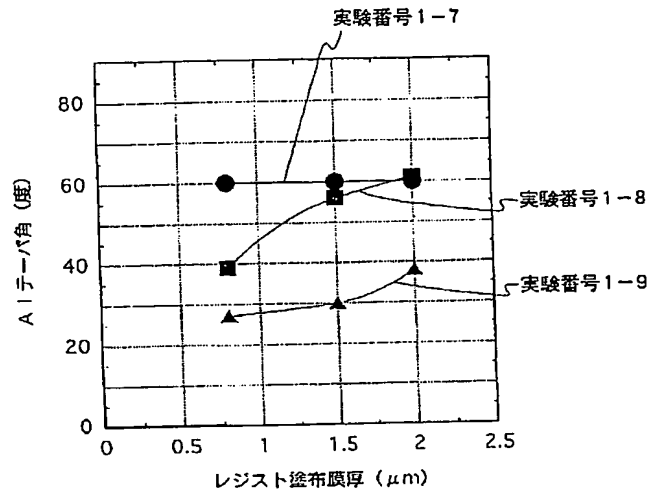
- 1 基板
- 8 A1
- 9 レジスト



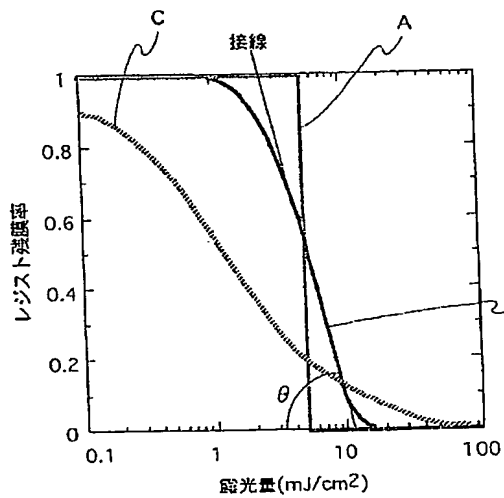
【図 2】



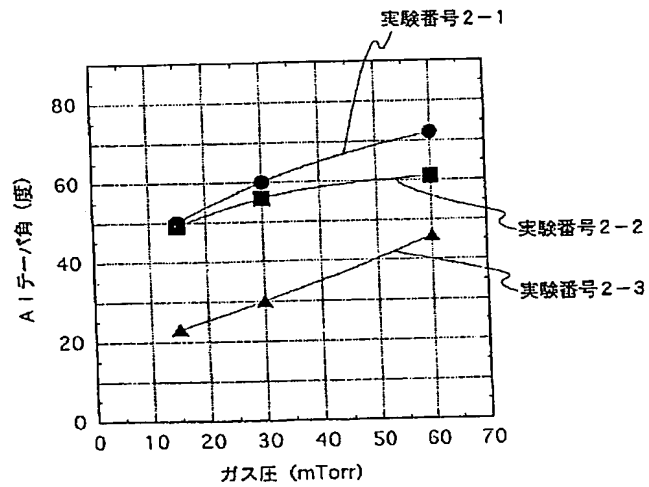
【図 3】



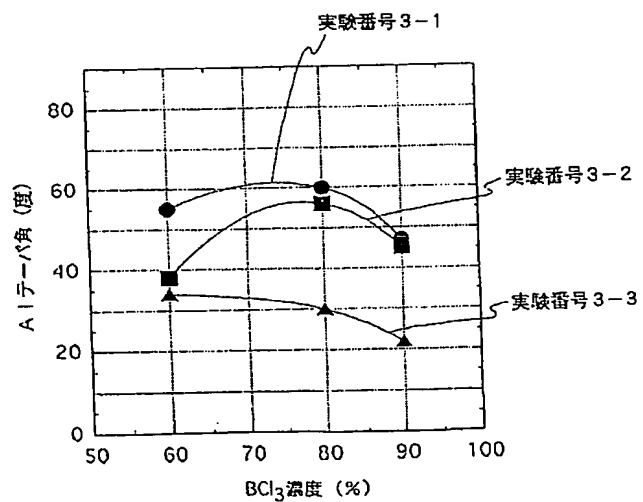
【図 4】



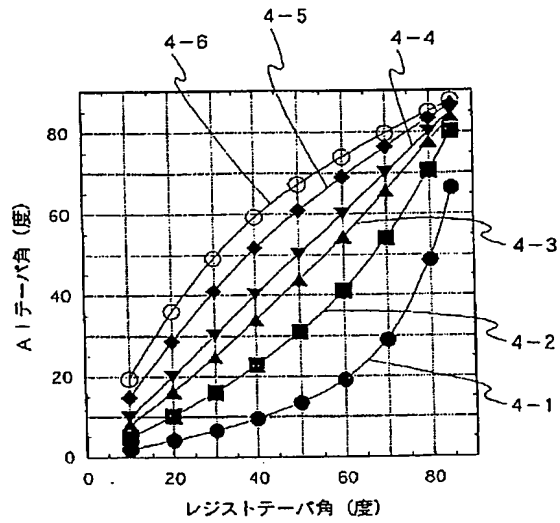
【図 5】



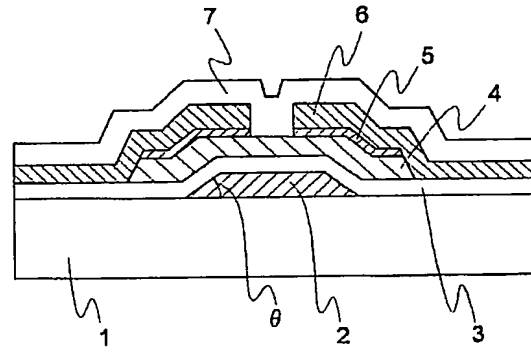
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

H 0 1 L 21/3065

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 1 L 21/302

技術表示箇所

G